

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-118254

(43)Date of publication of application : 27.04.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/0065  
G03H 1/16  
G03H 1/26

(21)Application number : 11-296354

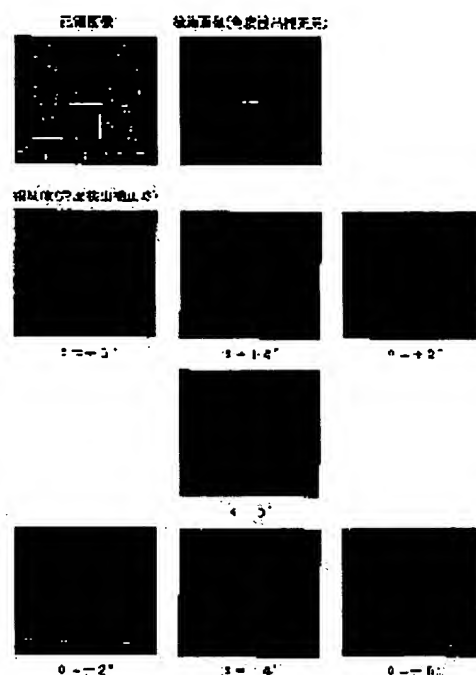
(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 19.10.1999

(72)Inventor : NIITSU TAKEHIRO  
KONO KATSUNORI  
BABA KAZUO**(54) OPTICAL RECORDING METHOD, OPTICAL RECORDING MEDIUM, OPTICAL RETRIEVING METHOD, OPTICAL RETRIEVING AND REPRODUCING DEVICE AND OPTICAL REPRODUCING METHOD****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make retrievable images at a high signal-to-noise ratio and at a high speed by a simple method, in a method for retrieving images by a matched filtering.

**SOLUTION:** The object light of an image formed by adding the recorded image for angle detection and correction to the image to be recorded at the recording is recorded as a hologram. The recorded image for angle detection and correction is formed by arraying a plurality of cruciform graphics of two segments orthogonal with each other by changing the inclination with each other. The hologram recorded with the image added with the recorded image for angle detection and correction is irradiated with the object light of the retrieval image for angle detection and correction consisting of the cruciform graphics similar to the cruciform graphics of the recorded image for angle detection and correction and the inclination of the optical recording medium is detected from the correlation peak position in the correlation image obtained as diffracted light. The inclination of the optical recording medium is corrected in such a manner that the angle of the image recorded on the hologram and the angle of the retrieval image coincide and in this state the hologram recorded on the optical recording medium is irradiated with the object light of the original retrieval image.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An optical recording method which records as a hologram object light of a picture which added a recorded image for angle detection amendment to a picture which should be recorded on an optical recording medium.

[Claim 2]An optical recording method with which said recorded image for angle detection amendment shall consist of two or more unit-hydrograph forms into which inclination was changed mutually in an optical recording method of claim 1.

[Claim 3]An optical recording method with which said unit-hydrograph form shall consist of a line segment which crosses mutually in an optical recording method of claim 2.

[Claim 4]An optical recording medium with which object light of a picture by which a recorded image for angle detection amendment was added to a picture which should be recorded was recorded as a hologram.

[Claim 5]Object light of a picture by which a recorded image for angle detection amendment was added to a picture which should be recorded irradiates with object light of a retrieval picture for angle detection amendment an optical recording medium currently recorded as a hologram, An optical search method which searches a picture currently recorded on said optical recording medium as a hologram where it acquired a correlative image of said recorded image for angle detection amendment, and said retrieval picture for angle detection amendment, it detected inclination of said optical recording medium from the correlative image and inclination of said optical recording medium is amended based on the detection result.

[Claim 6]An optical search method with which said recorded image for angle detection amendment shall consist of two or more unit-hydrograph forms into which inclination was changed mutually in an optical search method of claim 5, and said retrieval picture for angle detection amendment shall consist of one of the unit-hydrograph types of the.

[Claim 7]An optical search method which a unit-hydrograph form of said recorded image for angle detection amendment shall consist of a line segment which crosses mutually in an optical search method of claim 6, and shall consist of a line segment which crosses mutually a unit-hydrograph form of said retrieval picture for angle detection amendment.

[Claim 8]Optical search playback equipment comprising:

A light source which emits coherent light.

A spatial-light-modulation machine which modulates light from said light source according to a retrieval picture, and generates object light of a retrieval picture.

An image formation optical system to which object light of a picture by which a recorded image for angle detection amendment was added to a picture which should be recorded irradiates with object light of the retrieval picture an optical recording medium currently recorded as a hologram.

When a reference beam is obtained from light from said light source and object light of a reference beam optical system with which said optical recording medium is irradiated, and a retrieval picture for angle detection amendment obtained from said spatial-light-modulation machine is irradiated by said optical recording medium, A photodetector which detects the diffracted light read from a hologram currently recorded on said optical recording medium on an optical path of said reference beam, A photodetector which detects the diffracted light read from a control means which amends inclination of said optical recording medium based on a detecting signal of this photodetector, and a hologram currently recorded on said optical recording medium when said reference beam is irradiated by said optical recording medium on an optical path of said object light.

[Claim 9]Optical search playback equipment of claim 8 characterized by comprising the following.  
Medium drive mechanism which said optical recording medium is disk form, and the optical search playback equipment concerned makes rotate the optical recording medium.  
Said light source, a spatial-light-modulation machine, an image formation optical system, a reference beam optical system, and a photodetector.

[Claim 10]Object light of a picture by which a recorded image for angle detection amendment was added to a picture which should be recorded irradiates with object light of a retrieval picture for angle detection amendment an optical recording medium currently recorded as a hologram, A photo-regenerating method which reproduces a picture currently recorded on said optical recording medium as a hologram where it acquired a correlative image of said recorded image for angle detection amendment, and said retrieval picture for angle detection amendment, it detected inclination of said optical recording medium from the correlative image and inclination of said optical recording medium is amended based on the detection result.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the method and device which reproduce the method of recording various kinds of pictures as a hologram, the method of searching a picture by matched filtering from the picture recorded as a hologram, a device, and the picture recorded as a hologram.

[0002]

[Description of the Prior Art]The hologram memory which combines the large scale nature originating in a three-dimensional record section and the rapidity originating in a two-dimensional package play back system as a next-generation computer file memory attracts attention.

[0003]In a hologram memory, in the same volume, multiplex can be carried out, and two or more data pages can be recorded, and data can be collectively read for every page. The record reproduction of digital data also becomes possible by digital-image-izing not an analog image but binary digital data "0, 1" as "\*\* and dark", and carrying out record reproduction as a hologram. These days, evaluation of the signal to noise ratio and the bit error rate based on the concrete optical system and volume multiplex recording method of this digital hologram memory system or the proposal about a two dimensional modulation is made, and the research from more nearly optical viewpoints of the influence of the aberration of an optical system, etc. is also progressing.

[0004]The shift multiplex recording method which is an example of a volume multiplex recording method is shown in literature "D. Psaltis, M.Levene, A.Pu, G.Barbastathis and KCurtis;Opt.Lett.20 (1995) 782."

[0005]In this shift multiplex recording method, make a hologram recording medium into disk form, and the Fourier transform of the object light obtained via the spatial-light-modulation machine is carried out with a lens, A hologram recording medium is irradiated with the reference beam of the spherical wave acquired via the object lens, and overwrite of two or more holograms is carried out to the same field by rotation of a hologram recording medium at the same time it irradiates a hologram recording medium. For example, if a beam diameter is set to 1.5 mmphi, another hologram to the almost same field can be recorded only by moving a tens of micrometers hologram recording medium, without producing a cross talk. Since a reference beam is a spherical wave, this uses becoming equivalent to the angle of the reference beam having changed with movements of a hologram recording medium.

[0006]a hologram in order to raise storage density in a hologram memory — shift in — in order to give the variant characteristic, the Fourier transform image (Fraunhofer diffraction image) of a data image (object light) is recorded with a lens as having mentioned above. Since this is proportional to the Fourier transform of the amplitude distribution of a data image, it is called a Fourier transform hologram.

[0007]By irradiating with the same reference beam as the time of record the Fourier transform hologram recorded in this way, The recorded data is renewable by obtaining the hologram diffracted light, carrying out inverse Fourier transform of the diffracted light with a lens, and detecting the diffracted light after conversion with photodetectors, such as CCD.

[0008]In a hologram memory, it not only carries out record reproduction of the picture, but as known as matched filtering, By irradiating with the object light of the same picture or another picture the field to which the hologram of a certain picture is recorded, An optical correlation operation can be performed between two pictures, and the position which exists in existing, whether a specific picture (pattern) exists in a certain picture and can be detected.

[0009]Thus, a hologram memory also has a function as matched-filtering correlator, and it not only can consider it as the memory which carries out record reproduction of the picture, but it it not only can carry out the record reproduction of many pictures, but can search a picture at high speed.

[0010]The conventional hologram recording regeneration method and the image retrieval method by

matched filtering are shown using drawing 8 - drawing 10.

[0011]At the time of hologram recording, as shown in drawing 8, by the parallel beam 1, illuminate the recorded image (picture which should be recorded) 91 and the object light 2a is obtained, The optical recording medium 93 is irradiated with the reference beam 5, and a hologram is recorded into the optical recording medium 93 at the same time it carries out the Fourier transform of this object light 2a with the lens 92 and irradiates the optical recording medium 93 with the object light 3a after that conversion.

[0012]At the time of hologram reproduction, as shown in drawing 9, the optical recording medium 93 with which the hologram was recorded as mentioned above is irradiated with the same reference beam 5 as the time of record, The diffracted light 8 is obtained from the hologram on the optical path of object light, inverse Fourier transform of the diffracted light 8 is carried out with the lens 94, and image formation of the diffracted light 9 after the conversion is carried out on the photodetector 95.

[0013]In searching a picture by matched filtering, As shown in drawing 10, illuminate the retrieval picture 96 by the parallel beam 1, obtain object light 2b, carry out the Fourier transform of this object light 2b with the lens 97, and object light 3b after that conversion is made into reading lighting, By the method of drawing 8, the recorded image 91 irradiates the optical recording medium 93 currently recorded as a hologram, obtains the diffracted light 6 from the hologram on the optical path of a reference beam, carries out inverse Fourier transform of the diffracted light 6 with the lens 98, and carries out image formation of the diffracted light 7 after the conversion on the photodetector 99.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in order to search a picture with the high signal to noise ratio by matched filtering, the angle of a picture and the angle of a retrieval picture which are recorded on the hologram need to be in agreement.

[0015]For example, as shown in drawing 7 as a recorded image, the picture currently recorded on the hologram, Consist of a star shape, a quadrangle, a triangle, and a circular figure, and as shown in the figure as a retrieval picture, a retrieval picture, If the angle of a recorded image (picture currently recorded on the hologram) and the angle of a retrieval picture are in agreement when consisting of a triangular figure, the correlative image acquired by matched filtering, As shown in the picture which was  $\theta = 0$  degree in seven pictures shown in the figure as a correlative image, a correlation peak is produced in the position of the figure of the triangle in a recorded image, and an auto correlation value and a cross correlation value can be identified easily.

[0016]However, when the recorded image leans to the retrieval picture. The correlative image acquired by matched filtering, As shown in the picture made into  $\theta = +6$  degrees in seven pictures shown in the figure as a correlative image,  $\theta = +4$  degrees,  $\theta = +2$  degrees,  $\theta = -2$  degree,  $\theta = -4$  degree, and  $\theta = -6$  degree, A noise increases, the contrast of an auto correlation value and a cross correlation value also becomes low, and discernment of an auto correlation value and a cross correlation value becomes difficult, so that angle-of-inclination  $\theta$  to the retrieval picture of a recorded image becomes large. Angle-of-inclination  $\theta$  adds the counter clockwise direction, and considers clockwise direction as minus.

[0017]If the recorded image leans to the retrieval picture when the picture of the shape very similar to the rotation similar figures of a retrieval picture or it generally exists in a recorded image, the signal to noise ratio of a correlative image will fall, and image retrieval will become difficult.

[0018]When a retrieval picture consists of enumeration of what shape understands beforehand like a character string, it is also possible to presume and amend inclination of an optical recording medium with reference to the data stored in the computer, but. While having to prepare the data for it one by one, processing takes time, especially when retrieval pictures are complicated pictures, such as a fingerprint, huge memory space and processing time are needed.

[0019]Then, this invention enables it to search a picture with the high signal to noise ratio at high speed by a simple method in the method of searching a picture by matched filtering.

[0020]

[Means for Solving the Problem]In an optical recording method of this invention, object light of a picture which added a recorded image for angle detection amendment to a picture which should be recorded is recorded on an optical recording medium as a hologram.

[0021]Object light of a picture by which a recorded image for angle detection amendment was added to a picture which should be recorded in an optical search method of this invention irradiates with object light of a retrieval picture for angle detection amendment an optical recording medium currently recorded as a hologram, A correlative image of said recorded image for angle detection amendment and

said retrieval picture for angle detection amendment is acquired, inclination of said optical recording medium is detected from the correlative image, and where inclination of said optical recording medium is amended based on the detection result, a picture currently recorded on said optical recording medium as a hologram is searched.

[0022]

[Function]After the angle of a picture and the angle of a retrieval picture which are recorded on the hologram have been in agreement, the picture currently recorded on the hologram can be searched, and a picture can be searched with the optical search method of this invention by the above-mentioned method at high speed by a simple method at the high signal to noise ratio.

[0023]

[Embodiment of the Invention][An example of a device — drawing 1 — drawing 3] Drawing 1 is a case where an example of the optical retrieval device of this invention is shown, and it serves both as an optical recording device and a photo-regenerating device.

[0024]As the optical recording medium 10, as long as a hologram is recordable, what kind of thing may be used, but the thing in which the polyester which is expressed with the chemical formula shown in drawing 3 and which has cyanoazobenzene in a side chain was formed is used as an optical recording layer as an example. Record of a hologram, reproduction, and elimination are possible for this material by the photoinduced anisotropy by photoisomerization of the cyanoazobenzene of a side chain as indicated in detail to JP,10-340479,A.

[0025]The thickness of an optical recording layer will not be restricted in particular, if a hologram is efficiently recordable. The optical recording medium 10 is made into disk form in this example.

[0026]As the light source 21 of the optical head 20, what emits the coherent light which has sensitivity in the optical recording medium 10 is used. For example, in using the polyester which has cyanoazobenzene for the side chain shown in drawing 3 as an optical recording layer of the optical recording medium 10, it uses argon ion laser with a wavelength of 515 nm which has sensitivity in this.

[0027]At the time of the image retrieval which enters the light from this light source 21 in the beam splitter 22, and includes the time of record or the below-mentioned angle detection amendment (at the time of correlation operation). The shutter 23 is opened, and with the lenses 24 and 25, light which penetrated the beam splitter 22 is made into the parallel beam 1 with a large caliber, and is entered in the spatial-light-modulation machine 26 for object light formation.

[0028]By computer 50, in the spatial-light-modulation machine 26. The picture which added the below-mentioned recorded image for angle detection amendment to the picture which should be recorded at the time of record, At the time of angle detection amendment (at the time of the correlation operation for angle detection amendment), an original retrieval picture is displayed for the below-mentioned retrieval picture for angle detection amendment, respectively at the time of the image retrieval after angle detection amendment, As the light 2 which penetrated the spatial-light-modulation machine 26, object light 2b is obtained, respectively at the time of the image retrieval which includes the time of angle detection amendment for the object light 2a at the time of record. A transmission type liquid crystal panel etc. can be used as the spatial-light-modulation machine 26.

[0029]The Fourier transform of the object light 2 (2a or 2b) from this spatial-light-modulation machine 26 is carried out with the lens 27, and the optical recording medium 10 is irradiated with the object light 3 (3a or 3b) after that conversion.

[0030]At the time of record, the shutter 31 is opened, the light reflected by the beam splitter 22 is reflected by the mirrors 32 and 33, and the field to which the object light 3a to which the Fourier transform of the recorded image of the optical recording medium 10 was carried out is irradiated as the reference beam 5 is irradiated simultaneously with the object light 3a.

[0031]The object light 3a to which the Fourier transform of the recorded image was carried out is recorded as a hologram into the optical recording medium 10 by this.

[0032]The object light 3b which closed the shutter 31 and intercepted the reference beam 5 at the time of image retrieval including the time of angle detection amendment and to which the Fourier transform of the retrieval picture (the retrieval picture for angle detection amendment or an original retrieval picture) was carried out as reading lighting, The hologram currently recorded on the optical recording medium 10 is irradiated, and the hologram diffracted light 6 is obtained from the hologram on the optical path of the reference beam 5.

[0033]Inverse Fourier transform of the diffracted light 6 is carried out with the lens 41, and image formation of the diffracted light 7 after the conversion is carried out on the photodetector 42 of two-dimensional array form.

[0034]At the time of reproduction, the shutter 23 is closed, the object light 3 is intercepted, the shutter 31 is opened, the hologram currently recorded on the optical recording medium 10 is irradiated with the same reference beam 5 as the time of record as reading lighting, and the hologram diffracted light 8 is obtained from the hologram on the optical path of the object light 3.

[0035]Inverse Fourier transform of the diffracted light 8 is carried out with the lens 45, and image formation of the diffracted light 9 after the conversion is carried out on the photodetector 46 of two-dimensional array form.

[0036]While being able to change a place into the hoop direction of the optical recording medium 10 and being able to record two or more holograms on it by rotating the optical recording medium 10 by the motor 60 in this example as the arrow 19 of drawing 2 shows, From two or more holograms currently recorded on the place where the hoop directions of the optical recording medium 10 differ, a picture can be searched and it can reproduce.

[0037]By moving the optical head 20 to the diameter direction of the optical recording medium 10 according to the head transfer mechanism 70, as the arrow 71 of drawing 2 shows, While a hologram is recordable in forming the recording track of concentric circle shape into the optical recording medium 10, from the hologram currently recorded on the recording track of the concentric circle shape, a picture can be searched and it can reproduce.

[0038][A record method — drawing 4] As mentioned above, at the time of record, the picture which added the recorded image for angle detection amendment to the picture which should be recorded is displayed on the spatial-light-modulation machine 26, and the object light to which the Fourier transform of the picture to which the recorded image for angle detection amendment was added was carried out is recorded on the optical recording medium 10 as a hologram by the reference beam 5.

[0039]If angle of rotation of the optical recording medium 10 can be detected and amended in inclination of the optical recording medium 10 and this example from a correlative image with the retrieval picture for angle detection amendment, the recorded image for angle detection amendment in this case, Although what kind of thing may be used, it is desirable to consider it as the picture which consists of two or more unit-hydrograph forms into which inclination was changed mutually.

[0040]As long as clear correlation strength is obtained by autocorrelation, what kind of thing may be sufficient as the unit-hydrograph form, but what has angular dependence in correlation strength is desirable.

[0041]As a figure with which clear correlation strength is obtained by autocorrelation, that to which the zero order light or the low following luminous intensity after the Fourier transform becomes low is suitable, and the figure constituted by outline components and the line segment is suitable. However, with the figure with which the inside was smeared away, if that to which the zero order light or the low following luminous intensity after the Fourier transform becomes high also makes low a zero order light or the low following luminous intensity with a mask etc. after the Fourier transform, it can be used as a unit-hydrograph form.

[0042]As a figure which has angular dependence in correlation strength, the figure constituted by the straight line, for example is suitable. However, since it is hard to pinpoint a position with strong correlation strength only in one straight line, the figure which consists of two or more straight lines is desirable.

[0043]From the above point, as an example, as shown in drawing 4, the recorded image for angle detection amendment, Inclination is changed mutually and it is considered as plurality and the arranged thing so that the figure of the cross joint which consists of two line segments as for which the unit-hydrograph type, for example, mutually, which consists of a line segment which crosses mutually intersects perpendicularly may be shown as  $\alpha = -6$  degree,  $\alpha = -4$  degree,  $\alpha = -2$  degree,  $\alpha = 0$  degree,  $\alpha = +2$  degrees,  $\alpha = +4$  degrees, and  $\alpha = +6$  degrees. Angle-of-inclination  $\alpha$  considers clockwise direction as minus, and considers the counter clockwise direction as plus. However, the arrangement direction can be made not only into a transverse direction but into arbitrary directions, such as a lengthwise direction.

[0044]As shown in drawing 5 as a recorded image, it adds to the picture which should record such a recorded image for angle detection amendment, and is considered as the picture to record. Although drawing 5 is a case where the recorded image for angle detection amendment is arranged to the picture [ which consists of a star shape, a quadrangle, a triangle, and a circular figure ] down side which should be recorded, it may be arranged to the picture up side which should be recorded. The recorded image for angle detection amendment can arrange in arbitrary positions arranging the left-hand side or on the right-hand side of a picture, in arranging a unit-hydrograph form to a lengthwise direction etc., unless it



laps with the picture which should be recorded. [ which should be recorded ]

[0045][An angle detection correcting method — drawing 5, drawing 6] As mentioned above, at the time of angle detection amendment (at the time of the image retrieval for angle detection amendment), the retrieval picture for angle detection amendment is displayed on the spatial-light-modulation machine 26, and the hologram currently recorded on the optical recording medium 10 is irradiated with the object light to which the Fourier transform of the retrieval picture for angle detection amendment was carried out as reading lighting.

[0046]The retrieval picture for angle detection amendment in this case shall consist of one of the unit-hydrograph types of the recorded image for angle detection amendment. That is, as shown in drawing 4, in using the unit-hydrograph form of the recorded image for angle detection amendment as the figure of a cross joint, as shown in drawing 5 as a retrieval picture, it uses the retrieval picture for angle detection amendment as the figure of a cross joint. However, the size may not necessarily be the same as the unit-hydrograph form of the recorded image for angle detection amendment so that it may mention later.

[0047]If the hologram on which the picture to which the recorded image for angle detection amendment shown in drawing 5 as a recorded image was added was recorded is irradiated with the object light to which the Fourier transform of this retrieval picture for angle detection amendment was carried out, The hologram functions as a matched filter and the correlative image of a recorded image (picture currently recorded on the hologram) and the retrieval picture for angle detection amendment is acquired as the diffracted light 7 after the Fourier transform.

[0048]In this case, when the angle of a recorded image and the angle of the retrieval picture for angle detection amendment are in agreement, that correlative image acquired. As shown in the picture which was  $\theta = 0$  degree in seven pictures shown in drawing 5 as a correlative image, When a correlation peak is produced in the position of the cross-joint figure of the center shown as  $\alpha = 0$  degree by drawing 4 in the recorded image for angle detection amendment and the recorded image leans to the retrieval picture for angle detection amendment, As shown in the picture made into  $\theta = +6$  degrees in seven pictures shown in drawing 5 as a correlative image,  $\theta = +4$  degrees,  $\theta = +2$  degrees,  $\theta = -2$  degree,  $\theta = -4$  degree, and  $\theta = -6$  degree, a correlation peak is produced in the position of the cross-joint figure which becomes the same inclination as the cross-joint figure of the retrieval picture for angle detection amendment in the recorded image for angle detection amendment.

[0049]For example, when  $+6$  degrees of recorded images lean to the retrieval picture for angle detection amendment. The cross-joint figure by the side of the leftmost in the recorded image for angle detection amendment becomes the same inclination as the cross-joint figure of the retrieval picture for angle detection amendment, When a correlation peak is produced in the position and  $-6$  degrees of recorded images lean to the retrieval picture for angle detection amendment, the cross-joint figure by the side of the rightmost in the recorded image for angle detection amendment becomes the same inclination as the cross-joint figure of the retrieval picture for angle detection amendment, and produces a correlation peak in the position.

[0050]Therefore, the direction and size of the inclination to the retrieval picture for angle detection amendment of a recorded image are detectable from the correlation peak position in the correlative image acquired as the diffracted light 7.

[0051]Then, in this example, download the image data obtained from the photodetector 42 to the computer 50, and by computer 50. So that the correlation peak position in a correlative image may be detected and the correlation peak position may be in agreement with the position of the cross-joint figure of the center in the recorded image for angle detection amendment by processing the image data, That is, by computer 50, drive controlling of the motor 60 is carried out, and angle of rotation of the optical recording medium 10 is amended so that the angle of a recorded image may be in agreement with the angle of a retrieval picture.

[0052]Like three pictures shown in drawing 6 as a retrieval picture, the size of the cross-joint figure of the retrieval picture for angle detection amendment, When it changes like 100% of the cross-joint figure (the same size as the cross-joint figure of the recorded image for angle detection amendment) of the recorded image for angle detection amendment, 50%, and 150%, as the correlative image in each case is shown in the figure, the state of a correlative image hardly changes.

[0053][The method of search and reproduction — drawing 7] Where angle of rotation of the optical recording medium 10 is amended so that the angle of a recorded image (picture currently recorded on the hologram) may be in agreement with the angle of a retrieval picture as mentioned above in order to perform original image retrieval, An original retrieval picture is displayed on the spatial-light-modulation



machine 26, and the hologram currently recorded on the optical recording medium 10 is irradiated with the object light to which the Fourier transform of the original retrieval picture was carried out as reading lighting.

[0054] Since angle of rotation of the optical recording medium 10 is amended at this time so that the angle of a recorded image may be in agreement with the angle of a retrieval picture, For example, as shown in drawing 7 as a recorded image, the picture currently recorded on the hologram, Consist of a star shape, a quadrangle, a triangle, and a circular figure, and as shown in the figure as a retrieval picture, an original retrieval picture, When consisting of a triangular figure, the correlative image acquired by matched filtering as the diffracted light 7, As shown in the picture which was  $\theta = 0$  degree in seven pictures shown in the figure as a correlative image, A correlation peak is produced in the position of the figure of the triangle in a recorded image, it becomes what can identify an auto correlation value and a cross correlation value easily, and the position which exists in existing, whether an original retrieval picture exists in a recorded image and can be detected certainly.

[0055] In order to reproduce the picture currently recorded further as a result of search, as mentioned above, the hologram currently recorded on the optical recording medium 10 is irradiated with the same reference beam 5 as the time of record as reading lighting, and image formation of the diffracted light 9 after inverse Fourier transform is carried out on the photodetector 46. By this, the picture currently recorded is renewable.

[0056] Since angle of rotation of the optical recording medium 10 is amended so that the irradiation position of the reading lighting 5 to the picture currently recorded on the optical recording medium 10 may be in agreement with the irradiation position of the reference beam 5 to the picture recorded on the optical recording medium 10 at the time of record at this time, The picture currently recorded is renewable with the high signal to noise ratio.

[0057] In this case, in the computer 50, the reproduced image data can be checked with the result of search, and only the portion of a retrieval picture can be extracted from the reproduced image data.

[0058] [Verification by experiment] With the method and device which were mentioned above, record, angle detection amendment, search, and reproduction were actually tried. As the optical recording medium 10, the thing in which the polyester which has cyanoazobenzene was formed was used for the side chain shown in drawing 3 as an optical recording layer. As the light source 21, argon ion laser with a wavelength of 515 nm mentioned above was used.

[0059] As the spatial-light-modulation machine 26, the sizes of stroke matter are 42 micrometers x 42 micrometers, and the liquid crystal panel 1.3 type for projectors of 640x480 pixels was used. As the lens 27 for the Fourier transforms, and the lens 45 for inverse Fourier transform, that whose focal distance is 55 mm was used.

[0060] The picture which first added the recorded image for angle detection amendment shown in drawing 4 and which was shown in drawing 5 as a recorded image was recorded into the optical recording medium 10 as a Fourier transform hologram.

[0061] Next, first, +6 degrees of optical recording media 10 were rotated to the time of record, the field to which the hologram of the optical recording medium 10 is recorded was irradiated with the object light of the picture of the figure of the triangle shown in drawing 7 as a retrieval picture, and the photodetector 42 detected the diffracted light 7. As a result, the acquired correlative image turned into a picture with many noises, as shown in the picture which was  $\theta = +6$  degrees in seven pictures shown in drawing 7 as a correlative image.

[0062] Next, the field to which the hologram of the optical recording medium 10 is recorded was irradiated with the object light of the picture of the cross-joint figure shown in drawing 5 as a retrieval picture, rotating +6 degrees of optical recording media 10 to the time of record, and the photodetector 42 detected the diffracted light 7. As a result, in the acquired correlative image, as shown in the picture which was  $\theta = +6$  degrees in seven pictures shown in drawing 5 as a correlative image, the correlation peak was able to be observed in the position of the cross-joint figure by the side of the leftmost in the recorded image for angle detection amendment. This is because the cross-joint figure by the side of the leftmost shown as  $\alpha = -6$  degree by drawing 4 in the recorded image for angle detection amendment currently recorded on the hologram as a result of rotating +6 degrees of optical recording media 10 to the time of record became the same inclination as the cross-joint figure of the retrieval picture of drawing 5. After this, it turns out at this time that +6 degrees of optical recording media 10 are rotating to the time of record.

[0063] Next, the place which rotated the optical recording medium 10 in the minus direction (clockwise direction) from a +6-degree position while irradiating with the object light of the retrieval picture of

drawing 5, The correlation peak position was moved to right-hand side from the left-hand side in the recorded image for angle detection amendment, and when a 0-degree position was made to rotate the optical recording medium 10, the correlation peak position became in the center in the recorded image for angle detection amendment. This shows that the cross-joint figure of the center shown as  $\alpha = 0$  degree by drawing 4 in the recorded image for angle detection amendment currently recorded on the hologram became the same inclination as the cross-joint figure of the retrieval picture of drawing 5. [0064] Thus, where the optical recording medium 10 is made into the same angle of rotation as the time of record, again, the field to which the hologram of the optical recording medium 10 is recorded was irradiated with the object light of the picture of the figure of the triangle shown in drawing 7 as a retrieval picture, and the photodetector 42 detected the diffracted light 7. As a result, the acquired correlative image became a thing of the high signal to noise ratio which has a few noise, as shown in the correlative image which was  $\theta = 0$  degree in drawing 7. The correlation peak position shows correctly the position of the figure of the same triangle as the retrieval picture in the picture currently recorded on the hologram.

[0065] The above result fully shows this effect of the invention.

[0066]

[Effect of the Invention] According to the optical search method of this invention, as mentioned above, a picture can be searched with the high signal to noise ratio at high speed by a simple method, and even when retrieval pictures are complicated pictures, such as a fingerprint, it can search certainly and at high speed.

[0067] According to the photo-regenerating method of this invention, the picture currently recorded is renewable with the high signal to noise ratio by a simple method.

---

[Translation done.]

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

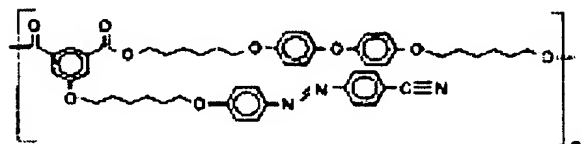
2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

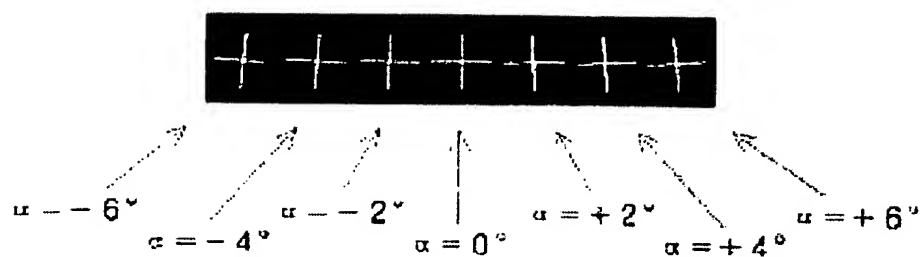
Figure 2 is a schematic diagram of an optical head assembly. At the bottom, a motor (50) is connected to a turntable (10). The turntable (10) is labeled '光ビーム回転体' (Light beam rotating body). A laser beam (5) is emitted from the center of the turntable. The beam passes through a lens (27) and is reflected by a mirror (28) to a target (26). A detector (71) is positioned to receive the reflected beam. A control unit (70) is connected to the motor (50) and the lens (27). The control unit is labeled 'ヘッド移動機構' (Head moving mechanism). The entire assembly is labeled '20 光学ヘッド' (Optical head 20).

骨鎖にシアノアソベンゼンを有するポリエスナル

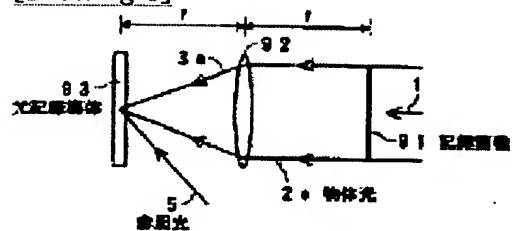


[Drawing 4]

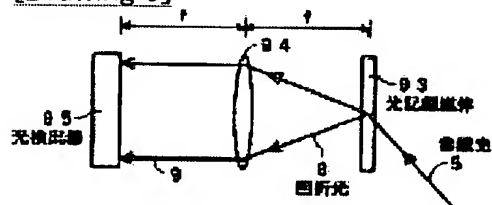
# 角度検出補正用記録画像



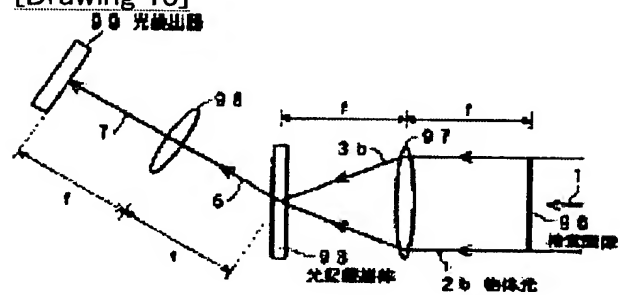
[Drawing 8]



[Drawing 9]

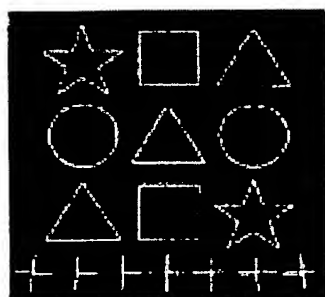


[Drawing 10]

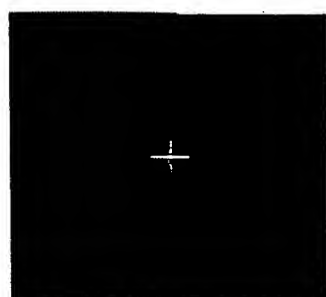


[Drawing 5]

記録画像



検査画像(角度検出補正用)



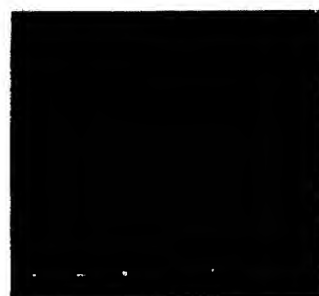
相関像(角度検出補正時)



$$\theta = +6^\circ$$



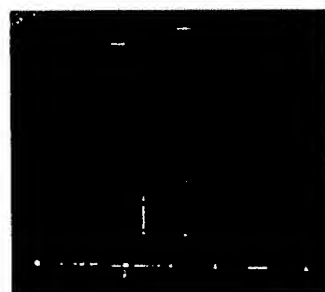
$$\theta = +4^\circ$$



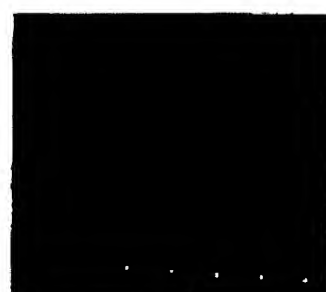
$$\theta = +2^\circ$$



$$\theta = 0^\circ$$



$$\theta = -2^\circ$$



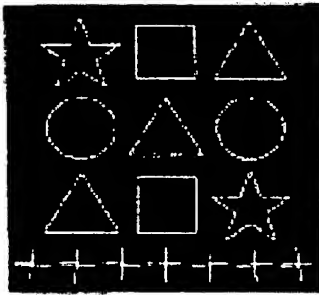
$$\theta = -4^\circ$$



$$\theta = -6^\circ$$

[Drawing 6]

記録画像

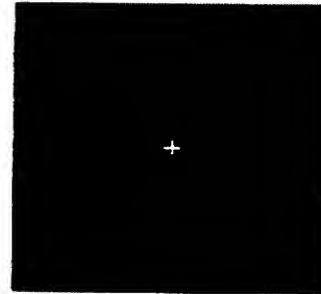
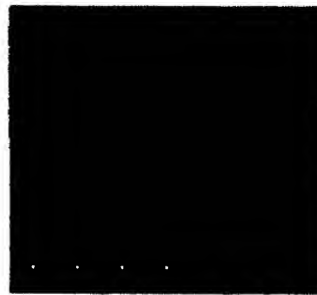


検索画像(角度検出補正用)

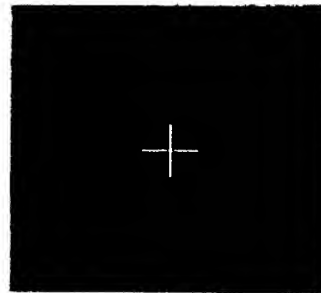


100%

相関像



50%

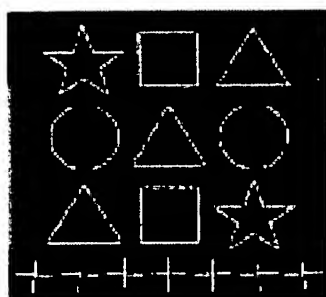


150%



[Drawing 7]

記録画像



検索画像



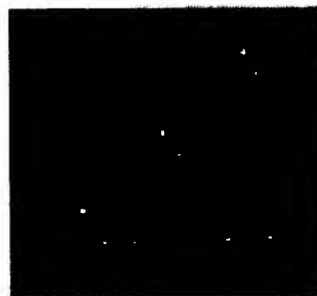
相関画像



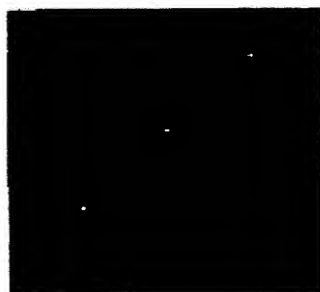
$$\theta = +6^\circ$$



$$\theta = +4^\circ$$



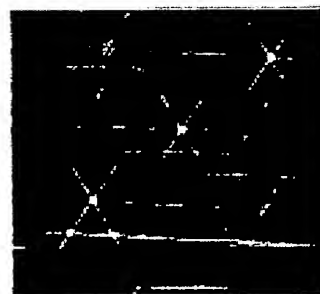
$$\theta = +2^\circ$$



$$\theta = 0^\circ$$



$$\theta = -2^\circ$$



$$\theta = -4^\circ$$



$$\theta = -6^\circ$$

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-118254  
(P2001-118254A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 1 1 B	7/0065	G 1 1 B 7/0065	2 K 0 0 8
G 0 3 H	1/16	G 0 3 H 1/16	5 D 0 9 0
	1/26	1/26	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-296354

(22) 出願日 平成11年10月19日 (1999. 10. 19)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社  
東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 新津 岳洋

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン  
テクナカイ富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 河野 克典

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン  
テクナカイ富士ゼロックス株式会社内

(74) 代理人 100091546

弁理士 佐藤 正美

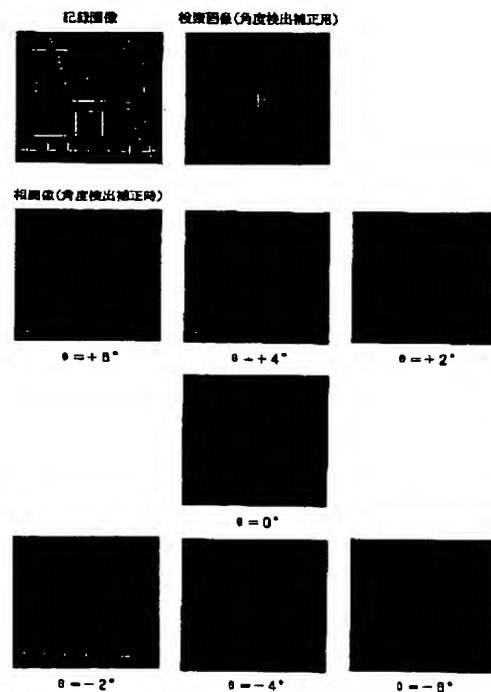
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光記録方法、光記録媒体、光検索方法、光検索再生装置、光再生方法

(57) 【要約】

【課題】 マッチトフィルタリングによって画像を検索する方法で、簡便な方法によって画像を高S/N比で高速に検索できるようにする。

【解決手段】 記録時、記録すべき画像に角度検出補正用記録画像を付加した画像の物体光を、ホログラム記録する。角度検出補正用記録画像は、直交する2本の線分からなる十字の図形を、互いに傾きを変えて複数、配列したものとする。角度検出補正用記録画像の十字の図形と同様の十字の図形からなる角度検出補正用検索画像の物体光を、角度検出補正用記録画像が付加された画像が記録されているホログラムに照射し、回折光として得られる相関像中の相関ピーク位置から、光記録媒体の傾きを検出する。その検出信号に基づいて、ホログラムに記録されている画像の角度が検索画像の角度と一致するように光記録媒体の傾きを補正し、その状態で、本来の検索画像の物体光を、光記録媒体に記録されているホログラムに照射する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】記録すべき画像に角度検出補正用記録画像を付加した画像の物体光を、ホログラムとして光記録媒体に記録する光記録方法。

【請求項2】請求項1の光記録方法において、前記角度検出補正用記録画像は、互いに傾きを変えた複数の単位図形からなるものとする光記録方法。

【請求項3】請求項2の光記録方法において、前記単位図形は、互いに交差する線分からなるものとする光記録方法。

【請求項4】記録されるべき画像に角度検出補正用記録画像が付加された画像の物体光がホログラムとして記録された光記録媒体。

【請求項5】記録されるべき画像に角度検出補正用記録画像が付加された画像の物体光がホログラムとして記録されている光記録媒体に、角度検出補正用検索画像の物体光を照射して、前記角度検出補正用記録画像と前記角度検出補正用検索画像との相関像を得、その相関像から前記光記録媒体の傾きを検出し、その検出結果に基づいて前記光記録媒体の傾きを補正した状態で、前記光記録媒体にホログラムとして記録されている画像を検索する光検索方法。

【請求項6】請求項5の光検索方法において、前記角度検出補正用記録画像は、互いに傾きを変えられた複数の単位図形からなるものであり、前記角度検出補正用検索画像は、その単位図形の一つからなるものとする光検索方法。

【請求項7】請求項6の光検索方法において、前記角度検出補正用記録画像の単位図形は、互いに交差する線分からなるものであり、前記角度検出補正用検索画像の単位図形を、互いに交差する線分からなるものとする光検索方法。

【請求項8】コヒーレント光を発する光源と、検索画像に応じて前記光源からの光を変調して、検索画像の物体光を生成する空間光変調器と、その検索画像の物体光を、記録されるべき画像に角度検出補正用記録画像が付加された画像の物体光がホログラムとして記録されている光記録媒体に照射する結像光学系と、前記光源からの光から参照光を得て、前記光記録媒体に照射する参照光光学系と、前記空間光変調器から得られた角度検出補正用検索画像の物体光が前記光記録媒体に照射されることによって、前記光記録媒体に記録されているホログラムから前記参照光の光路上に読み出された回折光を検出する光検出器と、この光検出器の検出信号に基づいて前記光記録媒体の傾きを補正する制御手段と、前記参照光が前記光記録媒体に照射されることによって、前記光記録媒体に記録されているホログラムから前

記物体光の光路上に読み出された回折光を検出する光検出器と、を備える光検索再生装置。

【請求項9】請求項8の光検索再生装置において、前記光記録媒体がディスク形状であり、当該光検索再生装置が、その光記録媒体を回転させる媒体駆動機構と、前記光源、空間光変調器、結像光学系、参照光光学系および光検出器を含む光学ヘッドを前記光記録媒体の径方向に移動させるヘッド移動機構とを備え、前記制御手段が前記媒体駆動機構を制御する光検索再生装置。

【請求項10】記録されるべき画像に角度検出補正用記録画像が付加された画像の物体光がホログラムとして記録されている光記録媒体に、角度検出補正用検索画像の物体光を照射して、前記角度検出補正用記録画像と前記角度検出補正用検索画像との相関像を得、その相関像から前記光記録媒体の傾きを検出し、その検出結果に基づいて前記光記録媒体の傾きを補正した状態で、前記光記録媒体にホログラムとして記録されている画像を再生する光再生方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、各種の画像をホログラムとして記録する方法、ホログラムとして記録された画像からマッチトフィルタリングによって画像を検索する方法および装置、およびホログラムとして記録された画像を再生する方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】次世代のコンピュータファイルメモリとして、3次元的記録領域に由来する大容量性と2次元一括記録再生方式に由来する高速性とを兼ね備えたホログラムメモリが注目されている。

【0003】ホログラムメモリでは、同一体積内に多重させて複数のデータページを記録することができ、かつ各ページごとにデータを一括して読み出すことができる。アナログ画像ではなく、二値のデジタルデータ

「0, 1」を「明、暗」としてデジタル画像化し、ホログラムとして記録再生することによって、デジタルデータの記録再生も可能となる。最近では、このデジタルホログラムメモリシステムの具体的な光学系や、体積多重記録方式に基づくSN比やビット誤り率の評価、または2次元符号化についての提案がなされ、光学系の収差の影響など、より光学的な観点からの研究も進展している。

【0004】文献「D. Psaltis, M. Levene, A. Pu, G. Barbastathis and K. Curtis; Opt. Lett. 20 (1995) 782」には、体積多重記録方式の一例であるシフト多重記録方式が示されている。

【0005】このシフト多重記録方式では、ホログラム記録媒体をディスク形状とし、空間光変調器を介して得

10

20

30

40

50

られた物体光を、レンズによってフーリエ変換して、ホログラム記録媒体に照射すると同時に、対物レンズを介して得られた球面波の参照光を、ホログラム記録媒体に照射して、ホログラム記録媒体の回転によって同じ領域に複数のホログラムを重ね書きする。例えば、ビーム径を1.5mm $\phi$ とすると、ホログラム記録媒体を数十 $\mu$ m移動させるだけで、ほぼ同じ領域に別のホログラムを、クロストークを生じることなく記録することができる。これは、参照光が球面波であるため、ホログラム記録媒体の移動によって参照光の角度が変化したのと等価

10 になることを利用したものである。  
【0006】ホログラムメモリでは、記録密度を向上させるために、またはホログラムにシフトインバリエントな特性を持たせるために、上述したようにレンズによってデータ画像（物体光）のフーリエ変換像（フラウンホーファ回折像）を記録する。これは、データ画像の振幅分布のフーリエ変換に比例することから、フーリエ変換ホログラムと呼ばれる。

【0007】このように記録されたフーリエ変換ホログラムに記録時と同じ参照光を照射することによって、ホ

20 ログラム回折光が得られ、その回折光をレンズにより逆フーリエ変換し、変換後の回折光をCCDなどの光検出器により検出することによって、記録されたデータを再生することができる。

【0008】さらに、ホログラムメモリでは、単に画像を記録再生するだけでなく、マッチトフィルタリングとして知られているように、ある画像のホログラムが記録されている領域に、同じ画像または別の画像の物体光を照射することによって、2つの画像の間で光学的コヒーレンス演算を行うことができ、ある画像中に特定の画像（パターン）が存在するか否か、および存在する場合には存在する位置を、検出することができる。

【0009】このように、ホログラムメモリは、画像を記録再生するメモリとしてだけでなく、マッチトフィルタリング相関器としての機能をも有し、多数の画像を記録再生できるだけでなく、画像を高速で検索することができる。

【0010】図8～図10を用いて、従来のホログラム記録再生方法およびマッチトフィルタリングによる画像検索方法を示す。  
【0011】ホログラム記録時には、図8に示すように、平行光1によって記録画像（記録すべき画像）91を照明して物体光2aを得、この物体光2aをレンズ92によってフーリエ変換し、その変換後の物体光3aを光記録媒体93に照射すると同時に、参照光5を光記録媒体93に照射して、光記録媒体93中にホログラムを記録する。

【0012】ホログラム再生時には、図9に示すように、上記のようにホログラムが記録された光記録媒体93に記録時と同じ参照光5を照射して、そのホログラム

から物体光の光路上に回折光8を得、その回折光8をレンズ94によって逆フーリエ変換し、その変換後の回折光9を光検出器95上に結像させる。

【0013】マッチトフィルタリングによって画像を検索する場合には、図10に示すように、平行光1によって検索画像96を照明して物体光2bを得、この物体光2bをレンズ97によってフーリエ変換し、その変換後の物体光3bを読み出し光として、図8の方法によって記録画像91がホログラムとして記録されている光記録媒体93に照射して、そのホログラムから参照光の光路上に回折光6を得、その回折光6をレンズ98によって逆フーリエ変換し、その変換後の回折光7を光検出器99上に結像させる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、マッチトフィルタリングによって画像を高SN比で検索するには、ホログラムに記録されている画像の角度と検索画像の角度とが一致している必要がある。

【0015】例えば、ホログラムに記録されている画像が、図7に記録画像として示すように、星形、四角形、三角形および円形の図形からなり、検索画像が、同図に検索画像として示すように、三角形の図形からなる場合、記録画像（ホログラムに記録されている画像）の角度と検索画像の角度とが一致していれば、マッチトフィルタリングによって得られる相関像は、同図に相関像として示す7つの画像中の $\theta = 0^\circ$ とした画像に示すように、記録画像中の三角形の図形の位置で相関ピークを生じ、自己相関値と相互相関値を容易に識別できるものとなる。

30 【0016】しかし、記録画像が検索画像に対して傾いている場合には、マッチトフィルタリングによって得られる相関像は、同図に相関像として示す7つの画像中の $\theta = +6^\circ$ ,  $\theta = +4^\circ$ ,  $\theta = +2^\circ$ ,  $\theta = -2^\circ$ ,  $\theta = -4^\circ$ ,  $\theta = -6^\circ$ とした画像に示すように、記録画像の検索画像に対する傾き角 $\theta$ が大きくなるほど、ノイズが増加し、自己相関値と相互相関値のコントラストも低くなって、自己相関値と相互相関値の識別が困難となる。傾き角 $\theta$ は、反時計回り方向をプラス、時計回り方向をマイナスとしたものである。

40 【0017】一般に、記録画像中に検索画像の回転相似形またはそれに酷似した形状の画像が存在する場合には、記録画像が検索画像に対して傾いていると、相関像のSN比が低下して、画像検索が難しくなる。

【0018】検索画像が文字列などのように、あらかじめ形状がわかっているものの羅列からなる場合には、コンピュータに記憶させたデータを参照して光記録媒体の傾きを推定し、補正することも可能であるが、いちいちそのためのデータを用意しておかなければならないとともに、処理に時間がかかり、特に検索画像が指紋などのような複雑な画像である場合には、膨大なメモリ容量と

処理時間を必要とする。

【0019】そこで、この発明は、マッチトフィルタリングによって画像を検索する方法において、簡便な方法によって画像を高SN比で高速に検索することができるようにしたものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】この発明の光記録方法では、記録すべき画像に角度検出補正用記録画像を付加した画像の物体光を、ホログラムとして光記録媒体に記録する。

【0021】この発明の光検索方法では、記録されるべき画像に角度検出補正用記録画像が付加された画像の物体光がホログラムとして記録されている光記録媒体に、角度検出補正用検索画像の物体光を照射して、前記角度検出補正用記録画像と前記角度検出補正用検索画像との相関像を得、その相関像から前記光記録媒体の傾きを検出し、その検出結果に基づいて前記光記録媒体の傾きを補正した状態で、前記光記録媒体にホログラムとして記録されている画像を検索する。

【0022】

【作用】上記の方法による、この発明の光検索方法では、ホログラムに記録されている画像の角度と検索画像の角度とが一致した状態で、ホログラムに記録されている画像を検索することができ、簡便な方法によって画像を高SN比で高速に検索することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】〔装置の一例…図1～図3〕図1は、この発明の光検索装置の一例を示し、光記録装置および光再生装置を兼ねる場合である。

【0024】光記録媒体10としては、ホログラムを記録できるものであれば、どのようなものでもよいが、一例として、光記録層として、図3に示す化学式で表される、側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルを形成したものをを用いる。この材料は、特開平10-340479号に詳細に記載されているように、側鎖のシアノアゾベンゼンの光異性化による光誘起異方性によって、ホログラムの記録、再生、消去が可能である。

【0025】光記録層の厚さは、ホログラムを効率よく記録できれば、特に制限されない。光記録媒体10は、この例では、ディスク形状とする。

【0026】光学ヘッド20の光源21としては、光記録媒体10に感度のあるコヒーレント光を発するものをを用いる。例えば、光記録媒体10の光記録層として、図3に示した側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルを用いる場合には、これに感度のある波長515nmのアルゴンイオンレーザを用いる。

【0027】この光源21からの光を、ビームスプリッタ22に入射させ、記録時、または後述の角度検出補正時を含む画像検索時（相関演算時）には、シャッタ23を開いて、ビームスプリッタ22を透過した光を、レン

ズ24および25によって口径の広い平行光1にして、物体光形成用の空間光変調器26に入射させる。

【0028】コンピュータ50によって、空間光変調器26には、記録時には記録すべき画像に後述の角度検出補正用記録画像を付加した画像を、角度検出補正時（角度検出補正のための相関演算時）には後述の角度検出補正用検索画像を、角度検出補正後の画像検索時には本来の検索画像を、それぞれ表示して、空間光変調器26を透過した光2として、記録時には物体光2aを、角度検出補正時を含む画像検索時には物体光2bを、それぞれ得る。空間光変調器26としては、透過型の液晶パネルなどを用いることができる。

【0029】この空間光変調器26からの物体光2（2aまたは2b）を、レンズ27によってフーリエ変換し、その変換後の物体光3（3aまたは3b）を、光記録媒体10に照射する。

【0030】記録時には、シャッタ31を開いて、ビームスプリッタ22で反射した光を、ミラー32および33で反射させて、参照光5として、光記録媒体10の記録画像のフーリエ変換された物体光3aが照射される領域に、物体光3aと同時に照射する。

【0031】これによって、光記録媒体10中に、記録画像のフーリエ変換された物体光3aが、ホログラムとして記録される。

【0032】角度検出補正時を含む画像検索時には、シャッタ31を閉じて参照光5を遮断し、検索画像（角度検出補正用検索画像または本来の検索画像）のフーリエ変換された物体光3bを、読み出し光として、光記録媒体10に記録されているホログラムに照射して、そのホログラムから参照光5の光路上に、ホログラム回折光6を得る。

【0033】その回折光6を、レンズ41によって逆フーリエ変換し、その変換後の回折光7を、2次元アレイ状の光検出器42上に結像させる。

【0034】再生時には、シャッタ23を閉じて物体光3を遮断し、シャッタ31を開いて、記録時と同じ参照光5を、読み出し光として、光記録媒体10に記録されているホログラムに照射して、そのホログラムから物体光3の光路上に、ホログラム回折光8を得る。

【0035】その回折光8を、レンズ45によって逆フーリエ変換し、その変換後の回折光9を、2次元アレイ状の光検出器46上に結像させる。

【0036】この例では、モータ60により光記録媒体10を、図2の矢印19で示すように回転させることによって、光記録媒体10の周方向に場所を変えて複数のホログラムを記録することができるとともに、光記録媒体10の周方向の異なる場所に記録されている複数のホログラムから画像を検索し、再生することができる。

【0037】さらに、ヘッド移動機構70により光学ヘッド20を、図2の矢印71で示すように光記録媒体1

0の径方向に移動させることによって、光記録媒体10中に同心円状の記録トラックを形成するようにホログラムを記録することができるとともに、その同心円状の記録トラックに記録されているホログラムから画像を検索し、再生することができる。

【0038】〔記録方法…図4〕上述したように、記録時には、記録すべき画像に角度検出補正用記録画像を付加した画像を、空間光変調器26に表示して、角度検出補正用記録画像が付加された画像のフーリエ変換された物体光を、参照光5によって、ホログラムとして光記録媒体10に記録する。

【0039】この場合の角度検出補正用記録画像は、角度検出補正用検索画像との相関像から、光記録媒体10の傾き、この例では光記録媒体10の回転角度を検出し、補正できるものであれば、どのようなものでもよいが、互いに傾きを変えた複数の単位図形からなる画像とすることが望ましい。

【0040】その単位図形は、自己相関によって明確な相関強度が得られるものであれば、どのようなものでもよいが、相関強度に角度依存性のあるものが望ましい。

【0041】自己相関によって明確な相関強度が得られる図形としては、フーリエ変換後の0次光または低次光の強度が低くなるものが適し、輪郭成分や線分によって構成される図形が適する。ただし、内部が塗りつぶされた図形で、フーリエ変換後の0次光または低次光の強度が高くなるものでも、フーリエ変換後にマスクなどによって0次光または低次光の強度を低くすれば、単位図形として用いることができる。

【0042】相関強度に角度依存性のある図形としては、例えば直線によって構成される図形が適する。ただし、1本の直線だけでは相関強度の強い位置を特定しにくいので、2本以上の直線からなる図形が望ましい。

【0043】以上の点から、角度検出補正用記録画像は、一例として、図4に示すように、互いに交差する線分からなる単位図形、例えば、互いに直交する2本の線分からなる十字の図形を、 $\alpha = -6^\circ$ 、 $\alpha = -4^\circ$ 、 $\alpha = -2^\circ$ 、 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\alpha = +2^\circ$ 、 $\alpha = +4^\circ$ 、 $\alpha = +6^\circ$ として示すように、互いに傾きを変えて複数、配列したものとする。傾き角 $\alpha$ は、時計回り方向をマイナス、反時計回り方向をプラスとしたものである。ただし、その配列方向は、横方向に限らず、縦方向など、任意の方向とすることができ。

【0044】図5に記録画像として示すように、このような角度検出補正用記録画像を記録すべき画像に付加して、記録する画像とする。図5は、星形、四角形、三角形および円形の図形からなる記録すべき画像の下側に角度検出補正用記録画像を配置する場合であるが、記録すべき画像の上側に配置してもよい。また、単位図形を縦方向に配列する場合には、記録すべき画像の左側または右側に配置するなど、角度検出補正用記録画像は、記録

すべき画像と重ならない限り、任意の位置に配置することができる。

【0045】〔角度検出補正方法…図5、図6〕上述したように、角度検出補正時（角度検出補正のための画像検索時）には、角度検出補正用検索画像を空間光変調器26に表示して、角度検出補正用検索画像のフーリエ変換された物体光を、読み出し光として、光記録媒体10に記録されているホログラムに照射する。

【0046】この場合の角度検出補正用検索画像は、角度検出補正用記録画像の単位図形の一つからなるものとする。すなわち、図4に示したように、角度検出補正用記録画像の単位図形を十字の図形とする場合には、図5に検索画像として示すように、角度検出補正用検索画像は十字の図形とする。ただし、後述するように、その大きさは、必ずしも角度検出補正用記録画像の単位図形と同じでなくてもよい。

【0047】この角度検出補正用検索画像のフーリエ変換された物体光を、図5に記録画像として示す、角度検出補正用記録画像が付加された画像が記録されたホログラムに照射すると、そのホログラムはマッチトフィルタとして機能して、フーリエ変換後の回折光7として、記録画像（ホログラムに記録されている画像）と角度検出補正用検索画像との相関像が得られる。

【0048】この場合、その得られる相関像は、記録画像の角度と角度検出補正用検索画像の角度とが一致しているときには、図5に相関像として示す7つの画像中の $\theta = 0^\circ$ とした画像に示すように、角度検出補正用記録画像中の図4で $\alpha = 0^\circ$ として示した中央の十字図形の位置で相関ピークを生じ、記録画像が角度検出補正用検索画像に対して傾いているときには、図5に相関像として示す7つの画像中の $\theta = +6^\circ$ 、 $\theta = +4^\circ$ 、 $\theta = +2^\circ$ 、 $\theta = -2^\circ$ 、 $\theta = -4^\circ$ 、 $\theta = -6^\circ$ とした画像に示すように、角度検出補正用記録画像中の角度検出補正用検索画像の十字図形と同じ傾きになる十字図形の位置で相関ピークを生じる。

【0049】例えば、記録画像が角度検出補正用検索画像に対して $+6^\circ$ 傾いているときには、角度検出補正用記録画像中の一番左側の十字図形が角度検出補正用検索画像の十字図形と同じ傾きになって、その位置で相関ピークを生じ、記録画像が角度検出補正用検索画像に対して $-6^\circ$ 傾いているときには、角度検出補正用記録画像中の一番右側の十字図形が角度検出補正用検索画像の十字図形と同じ傾きになって、その位置で相関ピークを生じる。

【0050】したがって、回折光7として得られる相関像中の相関ピーク位置から、記録画像の角度検出補正用検索画像に対する傾きの方向および大きさを検出することができる。

【0051】そこで、この例では、光検出器42から得られる画像データをコンピュータ50に取り込み、コン

ピュータ50で、その画像データを処理することによって、相関像中の相関ピーク位置を検出し、その相関ピーク位置が角度検出補正用記録画像中の中央の十字図形的位置に一致するように、すなわち記録画像の角度が検索画像の角度と一致するように、コンピュータ50によってモータ60を駆動制御し、光記録媒体10の回転角度を補正する。

【0052】図6に検索画像として示す3つの画像のように、角度検出補正用検索画像の十字図形の大きさを、角度検出補正用記録画像の十字図形の100%（角度検出補正用記録画像の十字図形と同じ大きさ）、50%、150%というように変えた場合、同図にそれぞれの場合の相関像を示すように、相関像の状態はほとんど変わらない。

【0053】〔検索および再生の方法…図7〕本来の画像検索を行うには、上述したように記録画像（ホログラムに記録されている画像）の角度が検索画像の角度と一致するように光記録媒体10の回転角度を補正した状態で、本来の検索画像を空間光変調器26に表示して、本来の検索画像のフーリエ変換された物体光を、読み出し光として、光記録媒体10に記録されているホログラムに照射する。

【0054】このとき、記録画像の角度が検索画像の角度と一致するように光記録媒体10の回転角度が補正されているので、例えば、ホログラムに記録されている画像が、図7に記録画像として示すように、星形、四角形、三角形および円形の図形からなり、本来の検索画像が、同図に検索画像として示すように、三角形の図形からなる場合、マッチトフィルタリングによって回折光7として得られる相関像は、同図に相関像として示す7つの画像中の $\theta = 0^\circ$ とした画像に示すように、記録画像中の三角形の図形的位置で相関ピークを生じ、自己相関値と相互相関値を容易に識別できるものとなって、記録画像中に本来の検索画像が存在するか否か、および存在する場合には存在する位置を、確実に検出することができる。

【0055】検索の結果、さらに記録されている画像を再生するには、上述したように、記録時と同じ参照光5を、読み出し光として、光記録媒体10に記録されているホログラムに照射し、逆フーリエ変換後の回折光9を、光検出器46上に結像させる。これによって、記録されている画像を再生することができる。

【0056】このとき、光記録媒体10に記録されている画像への読み出し光5の照射位置が、記録時の光記録媒体10に記録される画像への参照光5の照射位置と一致するように、光記録媒体10の回転角度が補正されているので、記録されている画像を高SN比で再生することができる。

【0057】この場合、コンピュータ50において、再生された画像データを検索の結果と照らし合わせて、再

生された画像データから検索画像の部分のみを抽出することができる。

【0058】〔実験による検証〕上述した方法および装置で、実際に記録、角度検出補正、検索および再生を試みた。光記録媒体10としては、光記録層として、図3に示した側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステルを形成したものをを用いた。光源21としては、上述した波長515nmのアルゴンイオンレーザを用いた。

【0059】空間光変調器26としては、一画素の大きさが $42\mu\text{m} \times 42\mu\text{m}$ で、 $640 \times 480$ 画素のプロジェクタ用液晶パネル1.3型を用いた。フーリエ変換用のレンズ27および逆フーリエ変換用のレンズ45としては、焦点距離が55mmのものをを用いた。

【0060】最初に、図4に示した角度検出補正用記録画像を付加した、図5に記録画像として示した画像を、フーリエ変換ホログラムとして光記録媒体10中に記録した。

【0061】次に、まず、光記録媒体10を記録時に対して $+6^\circ$ 回転させ、図7に検索画像として示した三角形の図形の画像の物体光を、光記録媒体10のホログラムが記録されている領域に照射して、回折光7を光検出器42によって検出した。その結果、得られた相関像は、図7に相関像として示す7つの画像中の $\theta = +6^\circ$ とした画像に示すように、ノイズの多い画像となった。

【0062】次に、光記録媒体10を記録時に対して $+6^\circ$ 回転させたまま、図5に検索画像として示した十字図形の画像の物体光を、光記録媒体10のホログラムが記録されている領域に照射して、回折光7を光検出器42によって検出した。その結果、得られた相関像中には、図5に相関像として示す7つの画像中の $\theta = +6^\circ$ とした画像に示すように、角度検出補正用記録画像中の一番左側の十字図形的位置で相関ピークを観察することができた。これは、光記録媒体10を記録時に対して $+6^\circ$ 回転させた結果、ホログラムに記録されている角度検出補正用記録画像中の図4で $\alpha = -6^\circ$ として示した一番左側の十字図形が図5の検索画像の十字図形と同じ傾きになったからである。これから、このとき、光記録媒体10が記録時に対して $+6^\circ$ 回転していることがわかる。

【0063】次に、図5の検索画像の物体光を照射しながら、光記録媒体10を $+6^\circ$ の位置からマイナス方向（時計回り方向）に回転させたところ、相関ピーク位置は角度検出補正用記録画像中の左側から右側に移動し、光記録媒体10を $0^\circ$ の位置に回転させたときには、相関ピーク位置が角度検出補正用記録画像中の中央になった。これは、ホログラムに記録されている角度検出補正用記録画像中の図4で $\alpha = 0^\circ$ として示した中央の十字図形が図5の検索画像の十字図形と同じ傾きになったことを示している。

【0064】このように光記録媒体10を記録時と同じ

10

20

30

40

50



回転角度にした状態で、再び、図7に検索画像として示した三角形の図形の画像の物体光を、光記録媒体10のホログラムが記録されている領域に照射して、回折光7を光検出器42によって検出した。その結果、得られた相関像は、図7中の $\theta = 0^\circ$ とした相関像に示すように、ノイズの少ない、高S/N比のものとなった。その相関ピーク位置は、ホログラムに記録されている画像中の、検索画像と同じ三角形の図形の位置を正確に示している。

【0065】以上の結果は、この発明の効果を十分に示すものである。

【0066】

【発明の効果】上述したように、この発明の光検索方法によれば、簡便な方法によって画像を高S/N比で高速に検索することができ、検索画像が指紋などの複雑な画像であるときでも確実かつ高速に検索することができる。

【0067】また、この発明の光再生方法によれば、簡便な方法によって、記録されている画像を高S/N比で再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の光検索装置の一例を示す図である。

【図2】光記録媒体の回転と光学ヘッドの移動を示す図である。

【図3】光記録媒体の光記録層の材料の一例の化学式を示す図である。

【図4】角度検出補正用記録画像の一例を示す図であ \*

＊る。

【図5】記録画像、角度検出補正用検索画像および相関像の関係を示す図である。

【図6】角度検出補正用検索画像の大きさを変えたときの相関像の様子を示す図である。

【図7】記録画像、本来の検索画像および相関像の関係を示す図である。

【図8】従来のホログラム記録方法を示す図である。

【図9】従来のホログラム再生方法を示す図である。

【図10】従来のマッチトフィルタリング方法を示す図である。

【符号の説明】

2, 3…物体光

5…参照光

6, 7, 8, 9…回折光

10…光記録媒体

20…光学ヘッド

21…光源

22…ビームスプリッタ

23, 31…シャッタ

26…空間光変調器

42, 46…光検出器

43…相関像光学系

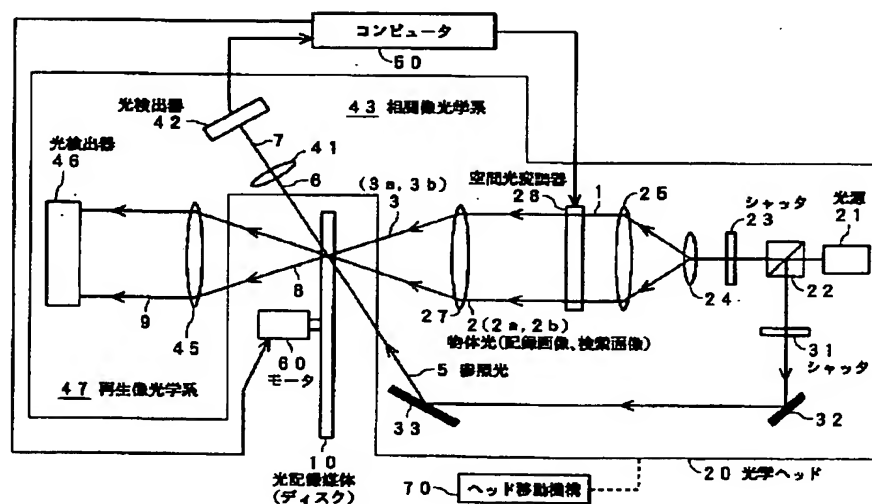
47…再生像光学系

50…コンピュータ

60…モータ

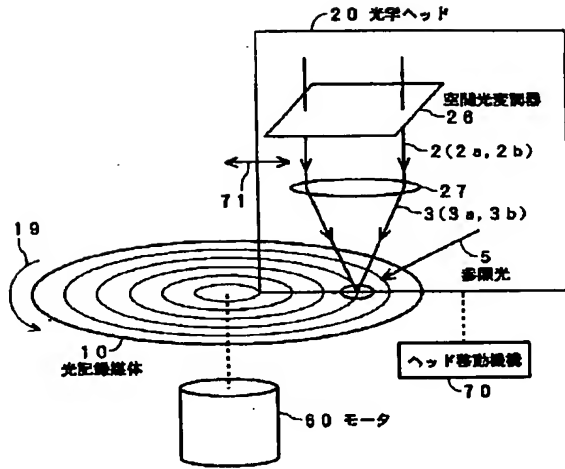
70…ヘッド移動機構

【図1】



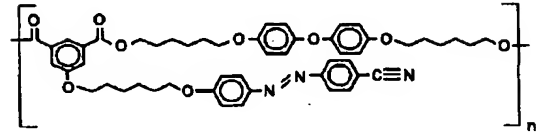


【図2】



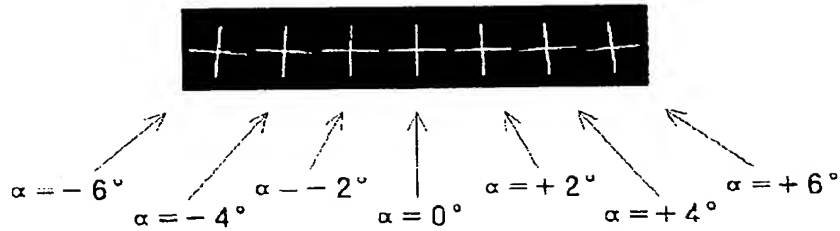
【図3】

側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステル

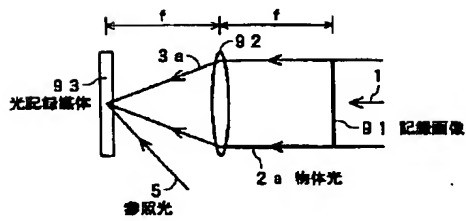


【図4】

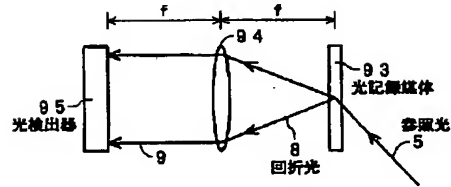
角度検出補正用記録画像



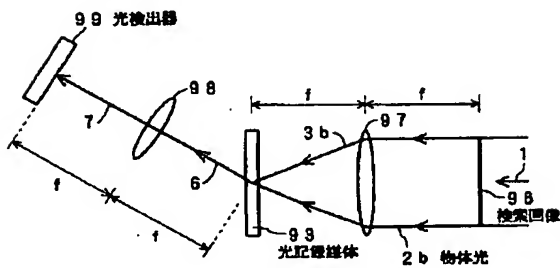
【図8】



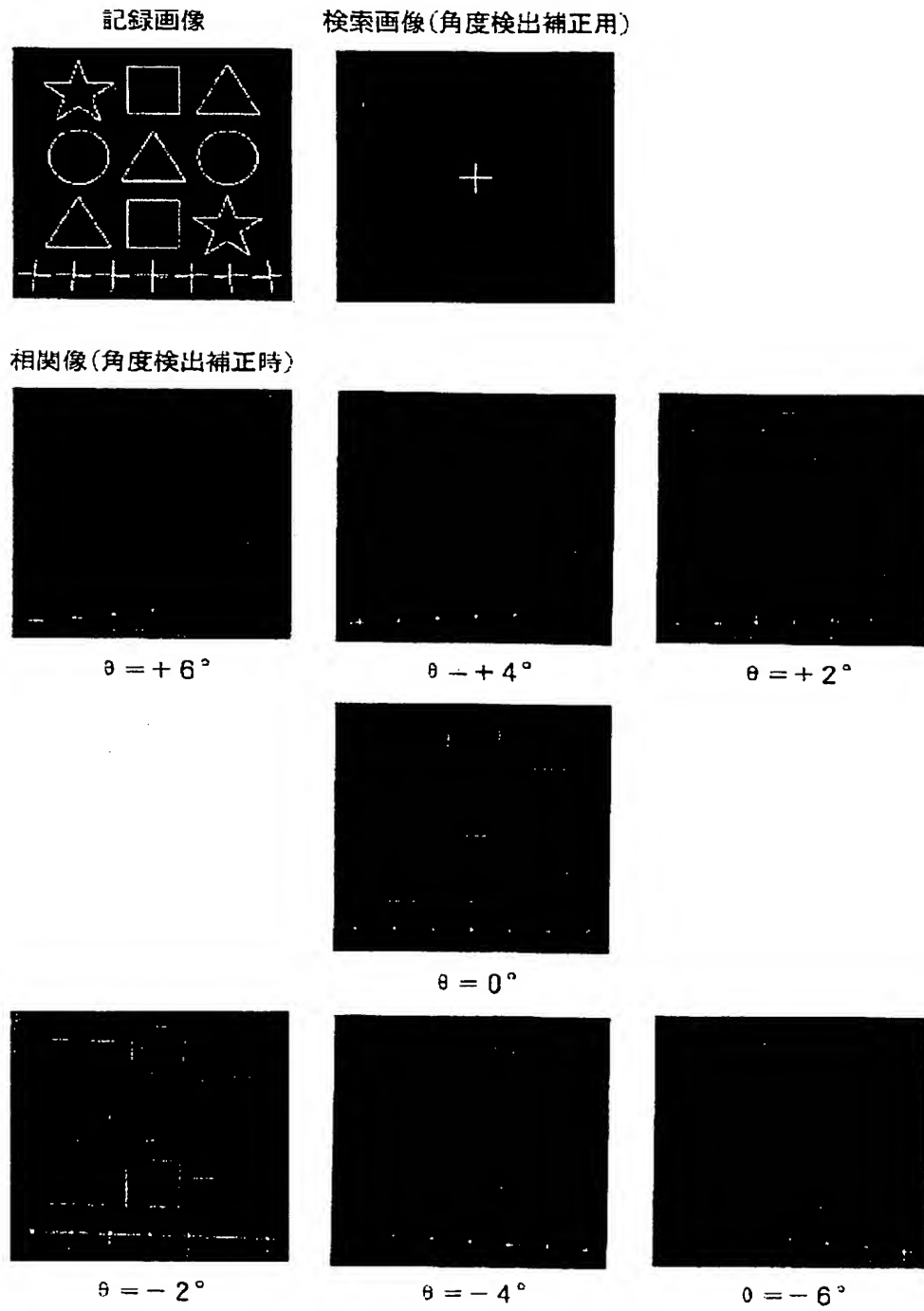
【図9】



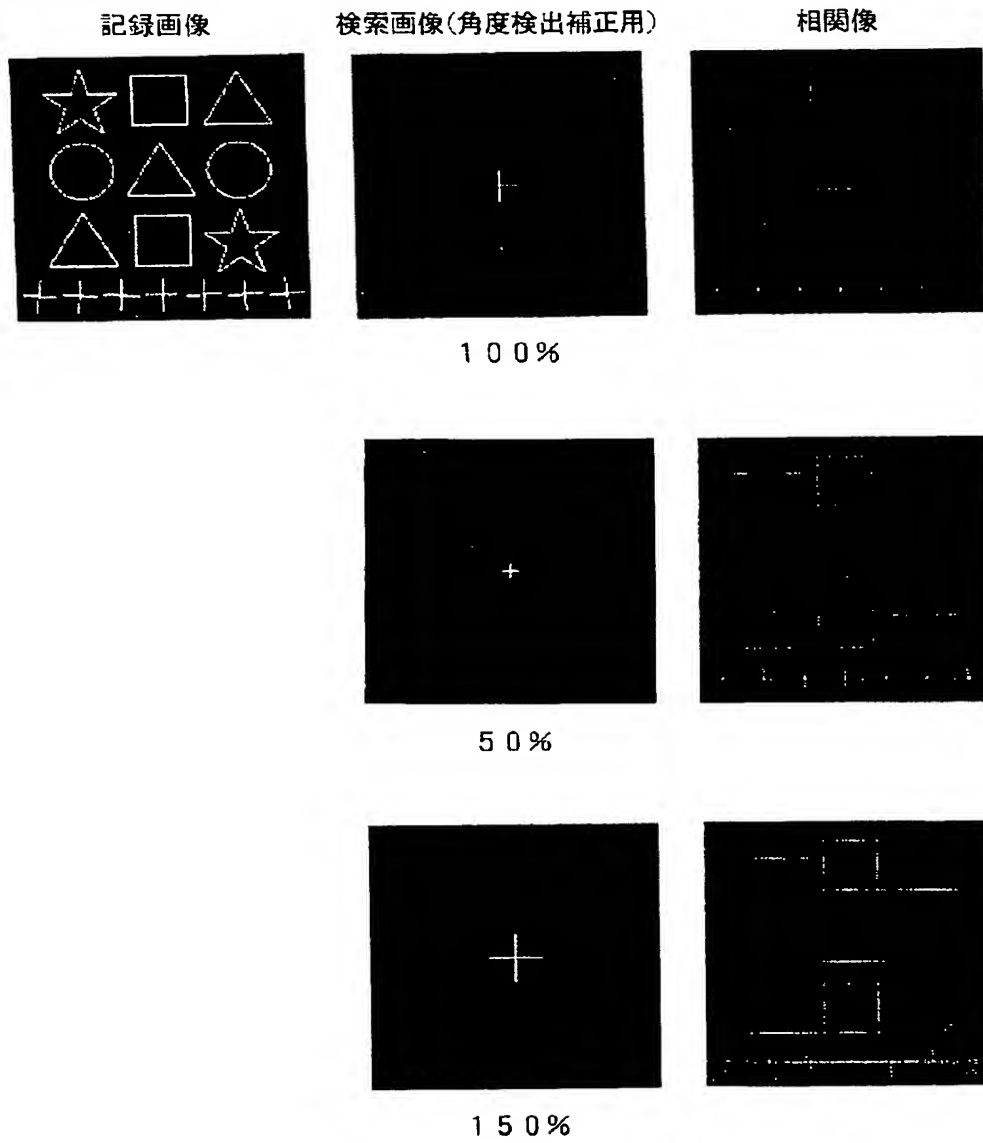
【図10】



【図5】

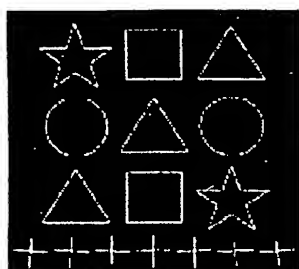


【図6】



【図7】

記録画像



検索画像



相関像



$$\theta = +6^{\circ}$$



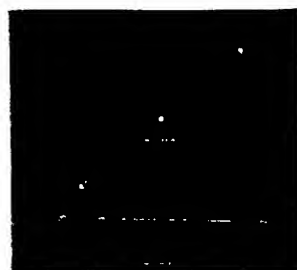
$$\theta = +4^{\circ}$$



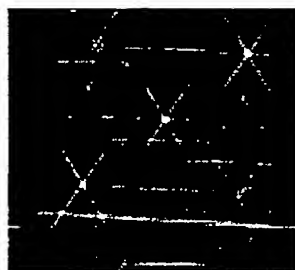
$$\theta = +2^{\circ}$$



$$\theta = 0^{\circ}$$



$$\theta = -2^{\circ}$$



$$\theta = -4^{\circ}$$



$$\theta = -6^{\circ}$$

フロントページの続き

(72)発明者 馬場 和夫  
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン  
テクなかい富士ゼロックス株式会社内

F ターム(参考) 2K008 AA04 BB04 BB05 CC03 FF21  
HH26  
5D090 AA01 BB03 CC01 CC04 CC14  
CC16 DD03 EE11 FF36 FF41  
GG40 HH01 HH03 JJ05